

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-265170

(P2005-265170A)

(43) 公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 7 C 13/00

F 2 5 J 3/08

F 1

F 1 7 C 13/00

3 O 2 A

F 2 5 J 3/08

テーマコード(参考)

3 E 0 7 3

4 D 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-83042 (P2004-83042)

(22) 出願日 平成16年3月22日(2004.3.22)

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100112737

弁理士 藤田 考晴

(74) 代理人 100118913

弁理士 上田 邦生

(72) 発明者 岡 勝

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工  
株式会社長崎造船所内

Fターム(参考) 3E073 DD02

4D047 AA10 BA09 CA09 DB05

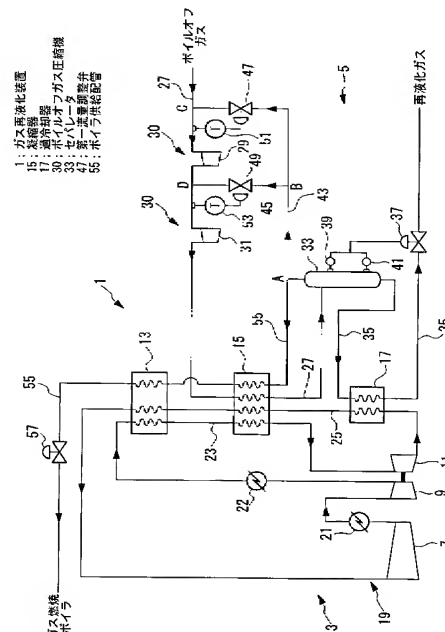
(54) 【発明の名称】 ガス再液化装置およびガス再液化方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、圧縮機へ供給されるボイルオフガスの状態によらず安定して再液化処理を行えるガス再液化装置およびガス再液化方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のガス再液化装置1は、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクと、貯蔵タンク内で蒸発したボイルオフガスを圧縮するボイルオフガス圧縮機30と、ボイルオフガス圧縮機30で圧縮されたボイルオフガスを冷却して凝縮させる凝縮器15と、凝縮器15で凝縮された凝縮流体が導かれて、凝縮流体をガスと液体に分離するセパレータ33と、を備えたガス再液化装置1において、セパレータ33で分離されたガス及び／又は液体をボイルオフガス圧縮機30の吸入側に導くガス供給配管を備えていることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクと、

該貯蔵タンク内で蒸発したボイルオフガスを圧縮する圧縮機と、

該圧縮機で圧縮されたボイルオフガスを冷却して凝縮させる凝縮器と、

該凝縮器で凝縮された凝縮流体が導かれて、該凝縮流体をガスと液体に分離するセパレータと、

を備えたガス再液化装置において、

前記セパレータで分離された前記ガス及び／又は前記液体を前記圧縮機の吸入側に導く分離流体供給手段を備えていることを特徴とするガス再液化装置。

10

## 【請求項 2】

前記セパレータで分離されて前記圧縮機の吸入側に導かれる前記ガス及び／又は前記液体の流量を調整する流量調整手段と、

前記圧縮機の吸入側の流体温度を検出する温度検出手段と、

該温度検出手段によって得られた温度に基づいて、前記流量調整手段を制御する制御手段と、

を備えていることを特徴とする請求項 1 記載のガス再液化装置。

## 【請求項 3】

前記セパレータで分離された液体が導かれて、該液体を過冷却する過冷却器が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガス再液化装置。

20

## 【請求項 4】

前記セパレータで分離されたガスの一部を外部へ排出する排出管路を備え、

該排出管路は、前記凝縮器を通過することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液化ガス再液化装置。

## 【請求項 5】

液化ガスを貯蔵する貯蔵タンク内で蒸発したボイルオフガスを圧縮し、

圧縮されたボイルオフガスを冷却して凝縮させ、

凝縮された凝縮流体をセパレータでガスと液体に分離する液化ガス再液化方法において、

前記セパレータで分離された前記ガス及び／又は前記液体を前記圧縮機の吸入側に導くことを特徴とするガス再液化方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクから発生するボイルオフガスを再液化するガス再液化装置およびガス再液化方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

このような、ガス再液化装置としては、例えば特許文献 1 に示されるように、貯蔵タンクから発生するボイルオフガスを圧縮して冷却した後、気液分離して液化分を貯蔵タンクに戻すという処理を行うものが多用されている。

40

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2001-132899 号公報（段落「0008」～「0012」，及び図 1）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、特許文献 1 に示すものは、例えば、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合に、圧縮機が要求する温度域を超えて十分圧縮できず、液化が不十分となってしまう。このため、甚だしい場合には、再液化を断念し、無駄にボイ

50

ルオフガスを放出（あるいは燃焼処理）せざるを得ないことがあった。

【0005】

本発明は、上記問題点に鑑み、圧縮機へ供給されるボイルオフガスの状態によらず安定して再液化処理を行えるガス再液化装置およびガス再液化方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかるガス再液化装置は、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクと、該貯蔵タンク内で蒸発したボイルオフガスを圧縮する圧縮機と、該圧縮機で圧縮されたボイル  
10  
オフガスを冷却して凝縮させる凝縮器と、該凝縮器で凝縮された凝縮流体が導かれて、該凝縮流体をガスと液体に分離するセパレータと、を備えたガス再液化装置において、前記セパレータで分離された前記ガス及び／又は前記液体を前記圧縮機の吸入側に導く分離流体供給手段を備えていることを特徴とする。

【0007】

セパレータで分離されたガス及び液体は、凝縮器で冷却された流体から分離されたものなので、十分に低温となっている。この低温のガスおよび／または液体を、分離流体供給手段によって圧縮機の吸入側に導くこととした。これにより、所望温度に冷却されたガスを圧縮機に供給することができるので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの  
20  
温度が高くなった場合でも、圧縮機側が要求する温度のガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮機に供給することになるので、高い圧縮比で圧縮することができ、さらには圧縮動力の低減が実現される。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮するので、所望温度以下にコントロールされた圧縮後のガスを凝縮器側に供給することができ、安定的な再液化を行うことができる。

また、ガス再液化装置の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスを圧縮機へ供給することができるので、ガス再液化装置の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

なお、「液化ガス」としては、例えば液化天然ガス（LNG）が好適である。  
30

セパレータで分離した液体を圧縮機の吸入側に導く場合には、貯蔵タンクからのボイルオフガスと混合する前にガス化するガス化手段を設けるとよい。

圧縮機は、1段に限らず、2段以上としてもよい。2段以上の圧縮機とする場合には、各段の吸入側にそれぞれセパレータで分離されたガスや液体を導くようにするとよい。

凝縮器を冷却する冷熱源としては、例えば、窒素を冷媒としたエキスパンダが好適である。

【0008】

また、本発明にかかるガス再液化装置は、前記セパレータで分離されて前記圧縮機の吸入側に導かれる前記ガス及び／又は前記液体の流量を調整する流量調整手段と、前記圧縮機の吸入側の流体温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段によって得られた温度  
40  
に基づいて、前記流量調整手段を制御する制御手段と、を備えていることを特徴とする。

【0009】

制御手段は、温度検出手段の出力に基づいて流量調整手段を制御し、圧縮機の吸入側に導かれるガスや液体の温度を調節する。これにより、一定温度のガスや液体を圧縮機に導くことができるので、安定した圧縮ないし再液化が可能となる。

【0010】

さらに、本発明にかかるガス再液化装置は、前記セパレータで分離された液体が導かれて、該液体を過冷却する過冷却器が設けられていることを特徴とする。

【0011】

セパレータは、凝縮器と過冷却器の間に位置することになる。つまり、セパレータ内の  
50

流体は、飽和液線近傍に位置され、蒸発しやすい状態で維持されることになる。したがって、セパレータで分離する蒸気を比較的容易に作り出すことができ、圧縮機の吸込側が要求する冷却量に柔軟に対応させることができる。

典型的には、過冷却器を出た液化ガスは貯蔵タンクへ返送される。

【0012】

また、本発明にかかるガス再液化装置は、前記セパレータで分離されたガスの一部を外部へ排出する排出管路を備え、該排出管路は、前記凝縮器を通過することの特徴とする。

【0013】

窒素等の低沸点ガスが貯蔵タンクに繰り返し戻されると、低沸点ガスが濃縮されてしまう。これを防止するために、セパレータで分離されたガスの一部を外部へ排出する排出管路が設けられている。

10

この排出管路が凝縮器を通過するように構成したので、凝縮器を流れる圧縮機からのガスはさらに冷却されることになる。このように、排出管路から排出されるガスの冷熱を有効に利用することとしたので、熱効率の高いガス再液化装置を提供することができる。

なお、排出管路によって外部に排出されたガスは、例えば外部に設けた燃焼装置によって燃焼させられる。

【0014】

また、本発明にかかるガス再液化方法は、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンク内で蒸発したボイルオフガスを圧縮し、圧縮されたボイルオフガスを冷却して凝縮させ、凝縮された凝縮流体をセパレータでガスと液体に分離する液化ガス再液化方法において、前記セパレータで分離された前記ガス及び／又は前記液体を前記圧縮機の吸入側に導くことを特徴とする。

20

【0015】

セパレータで分離されたガス及び液体は、凝縮器で冷却された流体から分離されたものであるため、十分に低温となっている。この低温のガスおよび／または液体を、分離流体供給手段によって圧縮機の吸入側に導くこととした。これにより、所望温度に冷却されたガスを圧縮機に供給することができるので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合でも、圧縮機側が要求する温度のガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

30

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮機に供給することになるので、高い圧縮比で圧縮することができ、さらには圧縮動力の低減が実現される。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮するので、所望温度以下にコントロールされた圧縮後のガスを凝縮器側に供給することができ、安定的な再液化を行うことができる。

また、ガス再液化装置の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスを圧縮機へ供給することができるので、ガス再液化装置の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

【発明の効果】

【0016】

請求項1に記載の発明によれば、セパレータで分離されたガス及び液体を、分離流体供給手段によって圧縮機の吸入側に導くこととしたので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合でも、圧縮機側が要求する温度のガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

40

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮機に供給することになるので、圧縮動力を低減でき、安定的な再液化を行うことができる。

また、ガス再液化装置の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスを圧縮機へ供給することができるので、ガス再液化装置の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

【0017】

50

請求項 2 に記載の発明によれば、制御手段は、圧縮機の吸入側に導かれるガスや液体の温度を調節するので、安定した圧縮ないし再液化を行うことができる。

【0018】

請求項 3 に記載の発明によれば、セパレータは、凝縮器と過冷却器の間に位置することになるので、セパレータで分離する蒸気を比較的容易に作り出すことができ、圧縮機の吸入側が要求する冷却量に柔軟に対応させることができる。

【0019】

請求項 4 に記載の発明によれば、セパレータで分離されたガスの一部を外部へ排出する排出管路が設けられているので、窒素等の低沸点ガスが貯蔵タンクに繰り返し戻され、低沸点ガスが濃縮されてしまうことを防止できる。

10

また、この排出管路が凝縮器を通過するように構成したので、熱効率の高いガス再液化装置を提供することができる。

【0020】

請求項 5 に記載の発明によれば、セパレータで分離されたガス及び液体を、分離流体供給手段によって圧縮機の吸入側に導くこととしたので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合でも、圧縮機側が要求する温度のガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮機に供給することになるので、圧縮動力を低減でき、安定的な再液化を行うことができる。

20

また、ガス再液化装置の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスを圧縮機へ供給することができるので、ガス再液化装置の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下に、本発明にかかる実施形態について、図面を参照して説明する。

「第一実施形態」

以下、本発明を LNG 船のガス再液化装置に適用した第一実施形態について、図 1 を用いて説明する。

図 1 は、LNG 船のガス再液化装置 1 の全体概略構成を示すブロック図である。

30

ガス再液化装置 1 には、冷凍サイクル部 3 と、液化処理部 5 とが設けられている。

【0022】

冷凍サイクル部 3 は、冷凍配管 19 を通って循環される冷媒（冷媒としては、例えば、窒素が用いられている。他に、例えば、水素やヘリウムが対象となる。）の冷熱を液化処理部 5 に供給するものである。

冷凍サイクル部 3 には、冷媒圧縮機 7 と、ブースタコンプレッサ 9 と、エキスパンダ 11 と、プレクーラ 13 と、凝縮器 15 と、過冷却器 17 と、が主たる要素として設けられている。

冷凍サイクル部 3 には、これら要素間を接続して閉じた系を構成する冷凍配管 19 が設けられている。冷凍配管 19 には、ブースタコンプレッサ 9、プレクーラ 13 および凝縮器 15 を経由してエキスパンダ 11 に入る予備冷却配管部 23 と、エキスパンダ 11、過冷却器 17、凝縮器 15、およびプレクーラ 13 を経由して冷媒圧縮機 7 に入る冷却配管部 25 とが設けられている。

40

【0023】

冷媒圧縮機 7 は、低温・低圧のガス状冷媒を吸引して圧縮し、高温・高圧のガス状冷媒とするものである。冷媒圧縮機 7 とブースタコンプレッサ 9 との間には第一アフタクーラ 21 が設けられている。

ブースタコンプレッサ 9 は、第一アフタクーラ 21 から導入される冷媒を圧縮して、冷媒を高温・高圧とし、予備冷却配管部 23 へ供給するものである。

【0024】

50

エキスパンダ 1 1 は、第二アフタクーラ 2 2、プレクーラ 1 3 および凝縮器 1 5 を通って温度が低下させられた冷媒を減圧により膨張させて低温・低圧のガス状冷媒とするものである。この冷媒が膨張する時の力を回転力として、ブースタコンプレッサ 9 は回転される。

エキスパンダ 1 1 からの低温・低圧のガス状冷媒は、冷却配管部 2 5 を通って過冷却器 1 7、凝縮器 1 5 およびプレクーラ 1 3 と順次送られ熱交換される。

#### 【0025】

液化処理部 5 には、図示しない貯蔵タンクからセパレータ 3 3 へボイルオフガスを搬送するボイルオフガス供給配管 2 7 と、セパレータ 3 3 から貯蔵タンクへ再液化ガスを送る再液化ガス配管 3 5 とが設けられている。

ボイルオフガス供給配管 2 7 には、搬送されるボイルオフガスを圧縮するボイルオフガス圧縮機（圧縮機）3 0 が設けられている。ボイルオフガス圧縮機 3 0 は、第一段圧縮部 2 9 と、第二段圧縮部 3 1 と、で構成されている。ボイルオフガス供給配管 2 7 は、ボイルオフガス圧縮機 3 0 を出た後、凝縮器 1 5 を通りセパレータ 3 3 の上部に接続されている。

#### 【0026】

再液化ガス配管 3 5 は、セパレータ 3 3 の下部から過冷却器 1 7 を通り貯蔵タンクに接続されている。再液化ガス配管 3 5 には、過冷却器 1 7 よりも下流側に再液化ガス流量調整弁 3 7 が設けられている。

セパレータ 3 3 には、上下方向に間隔を置いてそれぞれ内部の液体の有無を検知する上検知器 3 9 と、下検知器 4 1 とが設けられている。

再液化ガス流量調整弁 3 7 は、上検知器 3 9 と下検知器 4 1 との検知信号により弁開度の調整が行われ、セパレータ 3 3 の液位が上検知器 3 9 と下検知器 4 1 との間に来るように構成されている。

#### 【0027】

セパレータ 3 3 の頂部からボイルオフガス供給配管 2 7 の合流点 C へ接続されるガス供給配管（分離流体供給手段）4 3 が設けられている。合流点 C は、第一段圧縮部 2 9 の上流側に位置し、合流点 C と第一段圧縮部 2 9 との間に、ボイルオフガス供給配管 2 7 内のボイルオフガス温度を計測する第一温度計 5 1 が設けられている。ガス供給配管 4 3 の合流点 C 近傍には、第一流量調整弁（流量調整手段）4 7 が設けられている。第一流量調整弁 4 7 は、第一温度計 5 1 での計測温度により開度が調整され、第一段圧縮部 2 9 に導入されるボイルオフガスの温度が一定になるように構成されている。

#### 【0028】

ガス供給配管 4 3 の第一流量調整弁 4 7 に対して上流側に位置する分岐点 B から、ボイルオフガス供給配管 2 7 の第二段圧縮部 3 1 との間に位置する合流点 D へ接続されるガス供給分岐配管 4 5 が設けられている。ガス供給分岐配管 4 5 には、第二流量調整弁 4 9 が設けられている。合流点 D と第二段圧縮部 3 1 との間に、ボイルオフガス供給配管 2 7 内のボイルオフガス温度を計測する第二温度計 5 3 が設けられている。第二流量調整弁 4 9 は、第二温度計 5 3 での計測温度により開度が調整され、第二段圧縮部 3 1 に導入されるボイルオフガスの温度が一定になるように構成されている。

#### 【0029】

ガス供給配管 4 3 のセパレータ 3 3 側に、分岐点 A が設けられている。分岐点 A で、ガス供給配管 4 3 からボイラ供給配管（排出管路）5 5 が分岐されている。ボイラ供給配管 5 5 は、凝縮器 1 5 およびプレクーラ 1 3 を通って図示しないボイラへ接続されている。ボイラ供給配管 5 5 のプレクーラ 1 3 下流側には、流量調整弁 5 7 が設けられている。

#### 【0030】

以上説明した本実施形態にかかるガス再液化装置 1 の動作について説明する。

冷凍サイクル部 3 では、冷媒圧縮機 7 が図示しない駆動源により駆動され、冷凍配管 1 9 から導入される低温・低圧のガス状冷媒を圧縮して、高温・高圧のガス状冷媒とする。この高温・高圧のガス状冷媒は、第一アフタクーラ 2 1 で冷却されてブースタコンプレッ

10

20

30

40

50

サ 9 に導入される。ブースタコンプレッサ 9 では、導入された高温・高圧のガス状冷媒が圧縮されてさらに高温・高圧とされる。この冷媒が、予備冷却配管部 2 3 に送られ、第二アフタクーラ 2 2 で冷却され、次いでプレクーラ 1 3 および凝縮器 1 5 を通過する際に冷却配管部 2 5 を通る低温・低圧のガス状冷媒により冷却されてエキスパンダ 1 1 に導入される。

#### 【0031】

エキスパンダ 1 1 に導入された冷媒は、減圧により膨張されて低温・低圧のガス状冷媒とされる。そして、この低温・低圧のガス状冷媒は、冷却配管部 2 5 に送られ、過冷却器 1 7、凝縮器 1 5 およびプレクーラ 1 3 を通る際、その冷熱を周囲に与えて冷却する。

その後、冷媒は冷媒圧縮機 7 に送られて、1 サイクルが完了する。冷凍サイクル部 3 では、このサイクルを連続的に行うことで、冷却配管部 2 5 が通過する過冷却器 1 7、凝縮器 1 5 およびプレクーラ 1 3 において冷熱を提供している。 10

#### 【0032】

貯蔵タンクから送られるボイルオフガスは、第一段圧縮部 2 9 および第二段圧縮部 3 1 でそれぞれ圧縮され高温・高圧状態でボイルオフガス供給配管 2 7 により送られる。そして、凝縮器 1 5 において、ボイルオフガスは、冷凍サイクル部 3 の冷却配管部 2 5 を流れる低温・低圧のガス状冷媒により冷却されて、飽和液状態、すなわち気液に分離し易い状態でセパレータ 3 3 に送られる。

セパレータ 3 3 では、飽和液状態のボイルオフガスが気液分離され、液体分は下部に、ガス分は上部に分離される。飽和液状態にある液体分はガス分には分離し易い状態なので、例えば、圧力を若干低下させる等の処置で、ガス分を容易に増加することができ、例えば、後述するボイルオフガス圧縮機 3 0 で冷却量を大量に必要とする場合に、容易に対応できる。 20

セパレータ 3 3 の下部に溜まった再液化ガスは、再液化ガス配管 3 5 で送られ、過冷却器 1 7 で、冷凍サイクル部 3 の冷却配管部 2 5 を通過する冷媒により過冷却状態（例えば -162.5℃）に冷却されて貯蔵タンクに戻される。

#### 【0033】

セパレータ 3 3 の上部に溜まった低温（例えば、-150℃）のガス分は、ガス供給配管 4 3 で、第一流量調整弁 4 7 を経由して合流点 C においてボイルオフガス供給配管 2 7 へ送られ、ボイルオフガス供給配管 2 7 で送られるボイルオフガスを冷却する。第一流量調整弁 4 7 は、第一温度計 5 1 が一定温度、例えば -100℃ を示すように開度が調整されている。すなわち、供給されるボイルオフガスの温度が高くなり、第一温度計 5 1 が -100℃ より高温を検知すると、第一流量調整弁 4 7 をより大きく開いて低温のガス分の供給を増加して、第一段圧縮部 2 9 へ流入するボイルオフガスの温度を低下させる。 30

#### 【0034】

また、セパレータ 3 3 の上部に溜まった低温のガス分は、ガス供給配管 4 3 およびガス供給分岐配管 4 5 で、第二流量調整弁 4 9 を経由して合流点 D においてボイルオフガス供給配管 2 7 へ送られ、第一段圧縮部 2 9 で圧縮され高温・高圧となったボイルオフガスを冷却する。第二流量調整弁 4 9 は、第二温度計 5 3 が一定温度、例えば -100℃ を示すように開度が調整されている。 40

#### 【0035】

このように、ボイルオフガス圧縮機 3 0 の第一段圧縮部 2 9 へ、所望の一定温度に冷却されたボイルオフガスを供給することができるので、ボイルオフガスが高温となった場合でも確実に再液化できる。また、ボイルオフガス圧縮機 3 0 の第一段圧縮部 2 9 および第二段圧縮部 3 1 共に冷却されたボイルオフガスが導入されるので、それぞれ高い圧縮比で圧縮することができ、圧縮動力が低減される。

#### 【0036】

さらに、セパレータ 3 3 の上部に溜まったガス分の一部は、ガス供給配管 4 3 の分岐点 A で分岐されるボイラ供給配管 5 5 によりガス燃焼ボイラ（図示略）に供給される。ボイラ供給配管 5 5 は、凝縮器 1 5 およびプレクーラ 1 3 を通過しており、これにより凝縮器 50

15を流れるボイルオフガス供給配管27内のボイルオフガスを、凝縮器15およびプレクーラ13を流れる予備冷却配管部23内の冷媒を、それぞれ冷却している。そして、略室温とされた状態でボイラへ燃料として供給される。

このように、ボイラへ供給されるガス再液化装置1から排出されるガスの冷熱を有効活用しているので、ガス再液化装置1の熱効率を向上させることができる。

また、セパレータ33の上部に溜まったガス分の一部がボイラへ供給されることで、セパレータ33の上部に溜まったガス分に含まれる窒素等の低沸点ガスが系外に排出されるので、これらの低沸点ガスが貯蔵タンクに戻されることがなくなり、貯蔵タンク内で濃縮されることを防止できる。

#### 【0037】

以下、本実施形態の作用・効果について説明する。

本実施形態によれば、セパレータ33で分離されたガス及び液体は、凝縮器15で冷却された流体から分離されたものなので、十分に低温となっている。この低温のガスを、ガス供給配管43によってボイルオフガス圧縮機30の吸入側に導くこととした。これにより、所望温度に冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機30に供給することができるので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合でも、ボイルオフガス圧縮機30側が要求する温度のボイルオフガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

また、冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機30に供給することになるので、高い圧縮比で圧縮することができ、さらには圧縮動力の低減が実現される。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮するので、所望温度以下にコントロールされた圧縮後のガスを凝縮器15側に供給することができ、安定的な再液化を行うことができる。

また、ガス再液化装置1の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機30へ供給することができるので、ガス再液化装置1の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

#### 【0038】

また、本実施形態によれば、第一温度検知器51および第二温度検知器53の出力に基づいて第一流量調整弁47および第二流量調整弁49の開度を制御し、第一段圧縮部29および第二段圧縮部31の吸入側に導かれるガスの温度を調節する。これにより、一定温度のガスを第一段圧縮部29および第二段圧縮部31の吸入側に導くことができるので、安定した圧縮ないし再液化が可能となる。

#### 【0039】

さらに、本実施形態によれば、セパレータ33は、凝縮器15と過冷却器17の間に位置することになる。つまり、セパレータ33内の流体は、飽和液線近傍に位置され、蒸発しやすい状態で維持されることになる。したがって、セパレータ33で分離するガス分を比較的容易に作り出すことができ、第一段圧縮部29および第二段圧縮部31の吸込側が要求する冷却量に柔軟に対応させることができる。

#### 【0040】

また、本実施形態によれば、セパレータ33で分離されたガス分の一部をボイラへ供給し系外へ排出するボイラ供給配管55が設けられているので、窒素等の低沸点ガスが貯蔵タンクに繰り返し戻されて、低沸点ガスが濃縮されることを防止できる。

さらに、このボイラ供給配管55が凝縮器15を通過するように構成したので、凝縮器15を流れるボイルオフガス圧縮機30からのボイルオフガスはさらに冷却されることになる。このように、ボイラ供給配管55から排出されるガスの冷熱を有効に利用することとしたので、熱効率の高いガス再液化装置1を提供することができる。

#### 【0041】

##### [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態について、図2を用いて説明する。

10

20

30

40

50



本実施形態におけるガス再液化装置 1 は、セパレータ 33 からボイルオフガス供給配管 27 へ供給するのがガス分ではなく液体分である点で前述した第一実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した第一実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0042】

ボイルオフガス供給配管 27 には、第一段圧縮部 29 の上流側に第一ミストセパレータ 65 が設けられている。また、第一段圧縮部 29 と第二段圧縮部 31 との間に第二ミストセパレータ 67 が設けられている。

【0043】

再液化ガス配管 35 の分岐点 E から第一ミストセパレータ 65 の上部へ液供給配管（分離流体供給手段）61 が設けられている。液供給配管 61 の第一ミストセパレータ 65 の近傍には、第一流量調整弁（流量調整手段）69 が設けられている。第一ミストセパレータ 65 は、上部から液供給配管 61 で供給される低温の液体分を噴霧し、下部から供給されるボイルオフガスと熱交換をするものである。ボイルオフガスは、低温の液体分により冷やされ、一方低温の液体分はボイルオフガスにより暖められ気化し、両者が一体となって第一ミストセパレータ 65 の上端から第一段圧縮部 29 へ送られる。すなわち、第一ミストセパレータ 65 は、供給されるセパレータ 33 の再液化ガスをガス化するものである。

【0044】

第一ミストセパレータ 65 と第一段圧縮部 29 との間には、第一温度計 73 が設けられている。第一流量調整弁 69 は、第一温度計 73 での計測温度により開度が調整され、第一段圧縮部 29 に導入されるボイルオフガスの温度が一定になるように構成されている。

【0045】

液供給配管 61 の分岐点 F から第二ミストセパレータ 67 の上部へ液供給分岐配管 63 が設けられている。液供給分岐配管 63 の第二ミストセパレータ 67 の近傍には、第二流量調整弁 71 が設けられている。第二ミストセパレータ 67 は、上部から液供給分岐配管 63 で供給される低温の液体分を噴霧し、下部から供給されるボイルオフガスと熱交換をするものである。ボイルオフガスは、低温の液体分により冷やされ、一方低温の液体分はボイルオフガスにより暖められ気化し、両者が一体となって第二ミストセパレータ 67 の上端から第二段圧縮部 31 へ送られる。すなわち、第二ミストセパレータ 67 は、供給されるセパレータ 33 の再液化ガスをガス化するものである。

【0046】

第二ミストセパレータ 67 と第二段圧縮部 31 との間には、第二温度計 75 が設けられている。第二流量調整弁 71 は、第二温度計 75 での計測温度により開度が調整され、第二段圧縮部 31 に導入されるボイルオフガスの温度が一定になるように構成されている。

【0047】

以上説明した本実施形態にかかるガス再液化装置 1 の動作について説明する。

冷凍サイクル部 3 の動作については、上述の第一実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0048】

貯蔵タンクから送られるボイルオフガスは、第一ミストセパレータ 65 で温度調整されて第一段圧縮部 29 に導入され、圧縮される。次いで、圧縮されて高温・高圧状態にされたボイルオフガスは、第二ミストセパレータ 67 で温度調整されて第二段圧縮部 31 に導入され、圧縮されて高温・高圧状態でボイルオフガス供給配管 27 により送られる。そして、凝縮器 15 において、ボイルオフガスは、冷凍サイクル部 3 の冷却配管部 25 を流れる低温・低圧のガス状冷媒により冷却されて、飽和液状態、すなわち気液に分離し易い状態でセパレータ 33 に送られる。

セパレータ 33 では、飽和液状態のボイルオフガスが気液分離され、液体分は下部に、ガス分は上部に分離される。

10

20

30

40

50

セパレータ 33 の下部に溜まった再液化ガスは、再液化ガス配管 35 で送られ、過冷却器 17 で、冷凍サイクル部 3 の冷却配管部 25 を通過する冷媒により過冷却状態（例えば  $-162.5^{\circ}\text{C}$ ）に冷却されて貯蔵タンクに戻される。

【0049】

再液化ガス配管 35 で送られるセパレータ 33 の下部に溜まった低温（例えば、 $-150^{\circ}\text{C}$ ）の再液化ガスの一部は、分岐点 E から液供給配管 61 で、第一ミストセパレータ 65 へ送られる。第一ミストセパレータ 65 では、液供給管 61 で送られる再液化ガスが上部から噴霧され、下方から供給されるボイルオフガスを冷却するとともに気化され所望温度に調整したボイルオフガスをボイルオフガス供給配管 27 に送る。これは、第一流量調整弁 69 は、第一温度計 73 が一定温度、例えば  $-100^{\circ}\text{C}$  を示すように開度が調整されているからである。すなわち、供給されるボイルオフガスの温度が高くなり、第一温度計 73 が  $-100^{\circ}\text{C}$  より高温を検知すると、第一流量調整弁 69 をより大きく開いて低温の再液化ガスの供給を増加して、第一段圧縮部 29 へ流入するボイルオフガスの温度を低下させる。

10

【0050】

また、セパレータ 33 の下部に溜まった再液化ガスは、再液化ガス配管 35、液供給配管 61 および液供給分岐配管 63 で、第二流量調整弁 71 を経由して第二ミストセパレータ 67 へ送られ、第一段圧縮部 29 で圧縮され高温・高圧となったボイルオフガスを第一ミストセパレータ 65 と同様に所望温度に調整する。第二流量調整弁 71 は、第二温度計 75 が一定温度、例えば  $-100^{\circ}\text{C}$  を示すように開度が調整されている。

20

【0051】

このように、ボイルオフガス圧縮機 30 の第一段圧縮部 29 へ、所望の一定温度に冷却されたボイルオフガスを供給することができるので、ボイルオフガスが高温となった場合でも確実に再液化できる。また、ボイルオフガス圧縮機 30 の第一段圧縮部 29 および第二段圧縮部 31 共に冷却されたボイルオフガスが導入されるので、それぞれ高い圧縮比で圧縮することができ、圧縮動力が低減される。

【0052】

さらに、セパレータ 33 の上部に溜まったガス分は、ボイラ供給配管 55 によりガス燃焼ボイラ（図示略）に供給される。ボイラ供給配管 55 は、凝縮器 15 およびプレクーラ 13 を通過しており、これにより凝縮器 15 を流れるボイルオフガス供給配管 27 内のボイルオフガスを、凝縮器 15 およびプレクーラ 13 を流れる予備冷却配管部 23 内の冷媒を、それぞれ冷却している。そして、略室温とされた状態でボイラへ燃料として供給される。

30

このように、ボイラへ供給されるガス再液化装置 1 から排出されるガスの冷熱を有効活用しているので、ガス再液化装置 1 の熱効率を向上させることができる。

また、セパレータ 33 の上部に溜まったガス分の一部がボイラへ供給されることで、セパレータ 33 の上部に溜まったガス分に含まれる窒素等の低沸点ガスが系外に排出されるので、これらの低沸点ガスが貯蔵タンクに戻されることがなくなり、貯蔵タンク内で濃縮されることを防止できる。

【0053】

40

以下、本実施形態の作用・効果について説明する。

本実施形態によれば、セパレータ 33 で分離されたガス及び液体は、凝縮器 15 で冷却された流体から分離されたものなので、十分に低温となっている。この低温の再液化ガスを、液供給配管 61 によってボイルオフガス圧縮機 30 の吸入側に導くこととした。これにより、所望温度に冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機 30 に供給することができるので、貯蔵タンク内の温度が高くなりボイルオフガスの温度が高くなった場合でも、ボイルオフガス圧縮機 30 側が要求する温度のボイルオフガスを供給することができる。したがって、従来のようにボイルオフガスが高温となった場合に再液化を断念するといったことがない。

また、冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機 30 に供給することになるの

50

で、高い圧縮比で圧縮することができ、さらには圧縮動力の低減が実現される。

また、冷却されたボイルオフガスを圧縮するので、所望温度以下にコントロールされた圧縮後のガスを凝縮器 15 側に供給することができ、安定的な再液化を行うことができる。

また、ガス再液化装置 1 の起動時であっても、可及的に冷却されたボイルオフガスをボイルオフガス圧縮機 30 へ供給することができるので、ガス再液化装置 1 の起動時に必要なクールダウンのための時間を短縮することができる。

【0054】

また、本実施形態によれば、第一温度検知器 73 および第二温度検知器 75 の出力に基づいて第一流量調整弁 69 および第二流量調整弁 71 の開度を制御し、第一段圧縮部 29 および第二段圧縮部 31 の吸入側に導かれるガスの温度を調節する。これにより、一定温度のガスを第一段圧縮部 29 および第二段圧縮部 31 の吸入側に導くことができるので、安定した圧縮ないし再液化が可能となる。

【0055】

さらに、本実施形態によれば、セパレータ 33 は、凝縮器 15 と過冷却器 17 の間に位置することになる。つまり、セパレータ 33 内の流体は、飽和液線近傍に位置され、蒸発しやすい状態で維持されることになる。したがって、セパレータ 33 で分離するガス分を比較的容易に作り出すことができ、第一段圧縮部 29 および第二段圧縮部 31 の吸込側が要求する冷却量に柔軟に対応させることができる。

【0056】

また、本実施形態によれば、セパレータ 33 で分離されたガス分をボイラへ供給し系外へ排出するボイラ供給配管 55 が設けられているので、窒素等の低沸点ガスが貯蔵タンクに繰り返し戻されて、低沸点ガスが濃縮されることを防止できる。

さらに、このボイラ供給配管 55 が凝縮器 15 を通過するように構成したので、凝縮器 15 を流れるボイルオフガス圧縮機 30 からのボイルオフガスはさらに冷却されることになる。このように、ボイラ供給配管 55 から排出されるガスの冷熱を有効に利用することとしたので、熱効率の高いガス再液化装置 1 を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】本発明の第一実施形態のガス再液化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第二実施形態のガス再液化装置の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0058】

- 1   ガス再液化装置
- 15   凝縮器
- 17   過冷却器
- 30   ボイルオフガス圧縮機
- 33   セパレータ
- 47   第一流量調整弁
- 55   ボイラ供給配管
- 67   第一流量調整弁

【図 2】

